

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 27 MAY 2004

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 NT1398PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO3/16120	国際出願日 (日.月.年) 16.12.2003	優先日 (日.月.年)
国際特許分類 (IPC) Int.Cl <sup>7</sup> F23R3/28		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 10 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 16.12.2003	国際予備審査報告を作成した日 11.05.2004		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員)	3T	3019
	植村 貴昭		
電話番号 03-3581-1101 内線 3355			

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 2-4, 8-10, 12, 14 ページ、  
明細書 第 ページ、  
明細書 第 1, 5, 6, 7, 11, 13 ページ、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
21.04.2004 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 4-7 項、  
請求の範囲 第 項、  
請求の範囲 第 項、  
請求の範囲 第 1-3, 8-9 項、  
出願時に提出されたもの  
PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
21.04.2004 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-7 図、  
図面 第 ページ/図、  
図面 第 ページ/図、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 ページ、  
明細書の配列表の部分 第 ページ、  
明細書の配列表の部分 第 ページ、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出された磁気ディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された磁気ディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列と磁気ディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1 - 9	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲	1 - 9	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1 - 9	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲 1 - 9

国際調査報告で引用された文献には、「空気導入孔から燃焼室内に噴射させる空気の流速を空気導入孔の周囲の燃焼ガスの流速より速くする」構成が記載も示唆もされていない。

## 明 細 書

## ガスタービン用燃焼器

## 5 技術分野

本発明は、ガスタービン用燃焼器に係り、特に、燃焼器入口の空気温度が高い場合に好適なガスタービン用燃焼器に関する。

## 背景技術

- 10 従来、燃焼器入口の空気温度が高くても安定した燃焼を可能としたガスタービン用燃焼器は、例えば特開 2 0 0 2 - 2 5 7 3 4 4 号公報に開示されているように、既に提案されている。

- 15 上記従来技術のガスタービン用燃焼器によれば、燃焼を緩慢に行わせることができ、その結果、高い温度の空気を用いても安定な燃焼を行わせることができる。

- しかしながら、上記従来技術によるガスタービン用燃焼器は、パイロットバーナによる燃料と空気の噴出方向と緩慢燃焼用バーナによる燃料と空気の噴出方向とがほぼ平行であるので、パイロットバーナの燃焼ガスと緩慢燃焼用バーナの混合気とが平行に流れて混合が遅くなり、その結果、安定な燃焼を行わせることは困難であった。

- 20 本発明の目的は、高い温度の空気を用いても安定な燃焼を行わせることができるガスタービン用燃焼器を提供することにある。

## 発明の開示

- 25 本発明は上記目的を達成するために、燃料と空気を燃焼室内に噴出する第 1 のバーナと、この第 1 のバーナによる火炎の先端部に対応した位

ば周方向 3 箇所には設けられている。

上記構成の燃焼器 1 において、燃焼用空気は、図示しない圧縮機によって圧縮され、さらに図示しない再生熱交換器によって昇温された状態で、図中右側の燃焼器ライナー 3 と外筒 7 との隙間から図中左方向に案内される。この案内された燃焼用空気の一部は前記希釈孔 15 及び前記第 2 空気導入孔 16 を通過して燃焼器ライナー 3 内の燃焼室 2 に導入され、残りは前記第 1 空気導入孔 13 から空気導入筒 11 に入り旋回翼 12 で旋回力を付与された後、ライナーキャップ 4 から燃焼室 2 内に噴出される。燃焼室 2 内に入って燃焼に寄与した後の燃焼ガスは、トランジ  
5  
10 ションピースへ流出する。尚、前記第 1 空気導入孔 13 から空気導入筒 11 に入り旋回翼 12 で旋回力を付与された高温高压の空気は、燃焼室 2 内に入って急速に膨脹するために、第 1 燃料ノズル 9 の下流側に循環流領域を形成する。

さらに、燃料は、第 1 燃料ノズル 9 及び第 2 燃料ノズル 17 から燃焼  
15 室 2 内に噴射され、第 1 燃料ノズル 9 からの燃料は先に噴射された空気の循環流領域に対して噴射される。この第 1 燃料ノズル 9 からの燃料を含め、燃焼室 2 内に噴射された燃料は先の燃焼用空気と混合されて希薄混合気となって燃焼される。燃料は燃焼室外で空気と混合することはないので、自発火や逆火は発生しない。

ところで、パイロットバーナ 5 は、燃焼器全体の燃焼安定性を左右する上、着火起動から 80 % 部分負荷までを担う広範囲で使用されるため、本実施の形態においては、拡散燃焼方式のバーナとしている。特に、窒素酸化物（以下  $\text{NO}_x$  と称する）の排出量を低く抑制しなければならない場合には、第 1 燃料ノズル 9 の第 1 燃料噴出孔 10 を小口径で多孔化  
20  
25 することが有効である。さらに、低  $\text{NO}_x$  となる燃焼性能が要求される場合には、第 1 燃料噴出孔 10 を第 1 燃料ノズル 9 の先端だけでなく、



空気導入筒 1 1 の出口近傍にも設けて燃料／空気の混合を促進することが有効である。ただし、第 1 燃料噴出孔 1 0 を全て空気導入筒 1 1 の出口近傍に設けると、着火性能及び耐吹き消え性能を損なうので、空気導入筒 1 1 の出口近傍に設ける第 1 燃料噴出孔 1 0 の数は、全体の半數程度に限定すべきである。

一方、第 2 空気導入孔 1 6 から燃焼室 2 内に噴出する空気には、同位置に設置した第 2 燃料ノズル 1 7 から放射状に燃料が噴射される。ただし、第 2 燃料ノズル 1 7 から噴射された直後の燃料は、第 2 空気導入孔 1 6 から噴射される空気の流速が大きく、また周囲の燃焼ガスとの剪断が強い<sup>10</sup>ため、燃焼反応が始まってもすぐに火炎が吹き消えてしまう。その結果、第 2 燃料ノズル 1 7 の近傍では火炎が保持せず、そのため、第 2 燃料ノズル 1 7 に近い燃焼器ライナー 3 の壁面には局所的な高温領域が現れないので信頼性確保の観点から有利である。また、周方向の 3 箇所の第 2 空気導入孔 1 6 から噴出した空気は、パイロットバーナ 5 から<sup>15</sup>の燃焼ガスと燃焼器ライナー 3 の中心部近傍で互いに衝突して淀み領域を形成し、第 2 空気導入孔 1 6 の上流側と下流側とに夫々循環流領域を形成する。これら循環流領域内では空気の流速は低下しており、十分に伝播火炎が維持できる条件となるため、第 2 燃料ノズル 1 7 から噴出された燃料は循環流内にて燃焼反応を開始する。この際、反応を開始する<sup>20</sup>時点では燃料／空気は当量比 0.41 と云う希薄混合気となっているため、混合気への熱の拡散に依存した緩慢な酸化反応に律速される反応形態をとり、局所高温部を生じない低 NO<sub>x</sub> 燃焼を実現できる。このとき、第 2 空気導入孔 1 6 と第 2 燃料ノズル 1 7 との設置位置を、パイロットバーナ 5 による火炎の先端部近傍に対向させることにより、第 2 空気導<sup>25</sup>入孔 1 6 から導入された空気と第 2 燃料ノズル 1 7 から噴射された燃料の混合気体が、第 2 空気導入孔 1 6 から導入された空気噴流が衝突によ

って淀むことで生じる大きな乱れを利用し、パイロットバーナ5による火炎の燃焼ガスに対して広い接触面積をもって接触混合するので、速やかな混合効果を奏することができる。

次に、上述した希薄混合気の緩慢燃焼反応について化学反応シミュレーションを行った結果を、図2について説明する。図2において、横軸は第2空気導入孔から希釈孔15までの距離を燃焼器ライナー3の全長で規格化したものであり、図1に示す燃焼器1では、希釈孔15の位置が0.668にある。図2において下方の曲線は燃焼器内の燃焼ガス流通方向に沿う燃焼ガス温度の変化を示し、上方の曲線は燃焼ガス流通方向に沿う一酸化炭素濃度を反応の指標として示す。

第2のバーナ8からの燃料と空気により形成された当量比0.41の希薄混合気は、燃焼器ライナー3の径方向中心部近傍の淀み領域でパイロットバーナ5からの1152℃の燃焼ガスと混合し、混合平均温度866℃の希薄混合気となる。この希薄混合気は、上述のように、緩慢に燃料が酸化されて一酸化炭素を発生しながら徐々に発熱して温度上昇して行き、一酸化炭素濃度が極大値に達した後に急速に熱発生が行われて一酸化炭素濃度が低下する。この間に必要な滞留時間は、図1に示す燃焼器1の混合気平均温度が866℃の場合で、約30ms程度であり、未燃排出物抑制のために、35msを確保できるように、希釈孔15の位置を第2空気導入孔16の下流に置いている。

図3は、第2空気導入孔16から希釈孔15までの領域（第2次燃焼領域）の滞留時間を35msとしたときに、第2のバーナ8からの燃料と空気で定義される当量比と、第2のバーナ8からの燃料及び空気とパイロットバーナ5からの燃焼ガスの混合平均温度について、99%以上の高燃焼効率が得られる条件を示す。図3に示す近似直線の右上側の条件、即ち、混合平均温度 $T_{mix}$  と当量比 $\phi$  について $\phi \geq 0.0010345$

15	第3次バーナ当量比	—	0.402
16	パイロットバーナ燃焼ガス温度	℃	1515
17	第2次バーナ燃焼ガス温度	℃	1401
18	第3次バーナ燃焼ガス温度	℃	1575
19	第2次バーナ混合平均温度	℃	931
12	第3次バーナ混合平均温度	℃	961

本実施の形態と第1の実施の形態と異なる部分は、低NO<sub>x</sub>燃焼による運転範囲を60%負荷から定格負荷までの広範囲とするために、第1のバーナ5と第2のバーナ8のほかに、前記第2のバーナ8の下流側に  
5 前記第2のバーナ8と同構成の第3のバーナ19を設けた点である。したがって、図1と同符号は同一物を示すので、再度の説明は省略する。

図5に示す燃焼器1も図1の燃焼器と同じように、大きく分けて、燃焼室2を形成する断面円形をなす筒状の燃焼器ライナー3と、この燃焼器ライナー3の上流側を塞ぐライナーキャップ4と、このライナーキャップ4の中心に形成したパイロットバーナからなる第1のバーナ5と、  
10 この第1のバーナ5の上流側に設けたエンドカバー6と、このエンドカバー6に一端側が固定され他端側が前記燃焼器ライナー3の外周部側に隙間を介して延在する外筒7と、前記燃焼器ライナー3の周壁を貫通して形成された複数の第2のバーナ8とを有し、さらに第2のバーナ8の  
15 下流側に前記燃焼器ライナー3の周壁を貫通して形成された複数の第3のバーナを有している。

前記第1のバーナ5は、着火から起動・暖機及び60%部分負荷運転を担い、第1燃料ノズル9の周囲で空気導入筒11との間に旋回翼12を有する旋回通路を設け、この旋回通路に通じる第1空気導入孔13を  
20 空気導入筒11に2列で周方向6箇所設けている。ライナーキャップ4には、第1のバーナ5からの熱を遮蔽するために、旋回翼4Wを有する遮熱用空気スロット4Sが設けられている。



に噴射されており、燃焼室 2 外で空気と混合する予混合器のような構成部品が存在しないので、原理的には自発火あるいは逆火と云った事故が生じない点で第 1 の実施の形態と同じである。

5 本実施の形態に示す第 1 のバーナ 5 では、第 1 燃料ノズル 9 の噴射孔を小口径・多孔化し、噴射孔の半数を空気導入筒 11 の出口近傍に設けて燃料と空気の混合を促進した構成としている。

10 本実施の形態の燃焼器 1 における希薄混合気の緩慢な燃焼反応について、化学反応シミュレーションを行った結果を図 6 に示す。図 6 において、横軸は第 2 空気導入孔 16 から希釈孔 15 までの距離を燃焼器ライナー 3 の全長で規格化したものであり、図 5 に示す燃焼器 1 では、希釈孔 15 の位置が 0.60 の位置にある。図 6 の下方の曲線は、燃焼器内の燃焼ガス流通方向に沿う燃焼ガス温度の変化を示し、上方の曲線は燃焼ガス流通方向に沿う一酸化炭素濃度を反応の指標として示す。

15 希薄混合気の緩慢な燃焼反応の進行は、図 2 に示す第 1 の実施の形態と同じであるが、本実施の形態では混合平均温度を第 2 のバーナ 8 について 931℃、第 3 のバーナ 19 について 961℃と、第 1 の実施の形態よりも高く設計しているため、必要な滞留時間が短く、反応の進行が早い。左記の表 2 に示す通り、第 3 のバーナ 19 の当量比のほうが第 2 のバーナ 8 よりも低いにもかかわらず反応が早く進行するのは、第 3 の  
20 バーナ 19 に関して第 1 のバーナ 5 と第 2 のバーナ 8 との双方の燃料の発熱が寄与して混合平均温度が高くなるためである。

25 上述のように、第 1 のバーナ 5 による火炎の下流側に交差するように燃料と空気を噴出させるバーナを、第 2 のバーナ 8 及び第 3 のバーナ 19 のように、多段化することにより、ここの段についての混合流量を減少させることができるので、各段のバーナにおける混合平均温度を高くすることができる。その上、燃焼ガスの下流側では、上流側の発熱を利

## 請 求 の 範 囲

1. (補正後) 燃焼室を形成する筒状の燃焼器ライナーと、この燃焼器ライナーの外周部側に隙間を介して設けた外筒と、前記燃焼器ライナーの  
5 一端に設けられ燃料と空気を前記燃焼室内に噴出する第1のバーナと、  
前記燃焼器ライナーの周壁に設けられ前記外筒との隙間から案内される  
燃焼用空気を前記燃焼室内に導入する空気導入孔と、この空気導入孔と  
対向する位置の前記外筒に設けられ前記空気導入孔から前記燃焼室内に  
10 燃料を直接噴射する第2のバーナとを備え、前記空気導入孔と第2のバ  
ーナを第1のバーナによる火炎の先端部に対応した位置に設置し、前記  
空気導入孔から前記燃焼室内に噴射させる空気の流速を前記空気導入孔  
の周囲の燃焼ガスの流速より速くして、前記空気導入孔から噴射した空  
気を前記燃焼室内で互いに衝突させて循環噴流を形成し、前記空気導入  
孔から前記燃焼室内に導入された空気と燃料を前記燃焼ガスと混合させ、  
15 前記燃料を緩慢に酸化反応させるように構成したことを特徴とするガス  
タービン用燃焼器。
2. (補正後) 燃焼室を形成する筒状の燃焼器ライナーと、この燃焼器ライナーの外周部側に隙間を介して設けた外筒と、前記燃焼器ライナーの  
一端に設けられ燃料と空気を前記燃焼室内に噴出する第1のバーナと、  
20 前記燃焼器ライナーの周壁に設けられ前記外筒との隙間から案内される  
燃焼用空気を前記燃焼室内に導入する空気導入孔と、この空気導入孔と  
対向する位置の前記外筒に設けられ前記空気導入孔から前記燃焼室内に  
燃料を直接噴射する第2のバーナとを備え、前記空気導入孔からの空気  
と第2のバーナからの燃料を第1のバーナによる火炎の下流側に交差す  
25 るように噴出させ、前記空気導入孔から前記燃焼室内に噴射させる空気  
の流速を前記空気導入孔の周囲の燃焼ガスの流速より速くして、前記空

気導入孔から噴射した空気を前記燃焼室内で互いに衝突させて循環噴流を形成し、前記空気導入孔から前記燃焼室内に導入された空気と燃料を前記燃焼ガスと混合させ、前記燃料を緩慢に酸化反応させるように構成したことを特徴とするガスタービン用燃焼器。

- 5     3（補正後）燃焼室を形成する筒状の燃焼器ライナーと、この燃焼器ライナーの外周部側に隙間を介して設けた外筒と、前記燃焼器ライナーの一端に設けられ燃料と空気を前記燃焼室内に噴出する第1のバーナと、前記燃焼器ライナーの周壁に設けられ前記外筒との隙間から案内される燃焼用空気を前記燃焼室内に導入する空気導入孔と、この空気導入孔と
- 10   対向する位置の前記外筒に設けられ前記空気導入孔から前記燃焼室内に燃料を直接噴射する第2のバーナとを備え、前記空気導入孔からの空気と第2のバーナからの燃料を第1のバーナによる火炎の流通方向に対して交差するように案内させ、前記空気導入孔から前記燃焼室内に噴射させる空気の流速を前記空気導入孔の周囲の燃焼ガスの流速より速くして、
- 15   前記空気導入孔から噴射した空気を前記燃焼室内で互いに衝突させて循環噴流を形成し、前記空気導入孔から前記燃焼室内に導入された空気と燃料を前記燃焼ガスと混合させ、前記燃料を緩慢に酸化反応させるように構成したことを特徴とするガスタービン用燃焼器。

4. 前記第2のバーナは、前記燃焼室を形成する周壁を貫通して設けら
- 20   れていることを特徴とする請求項1，2又は3記載のガスタービン用燃焼器。

5. 前記第2のバーナは複数のバーナから構成され、これら複数のバーナは、燃料と空気が前記燃焼室の中心部近傍で衝突するように配置されていることを特徴とする請求項1，2又は3記載のガスタービン用燃焼
- 25   器。

6. 前記第2のバーナは、前記燃焼室の中心部近傍で、燃料が空気の噴

出流の外側に位置するような燃料噴射ノズルを備えていることを特徴とする請求項1，2又は3記載のガスタービン用燃焼器。

7. 前記第2のバーナは、前記燃焼室を形成する周壁に、燃料と空気を燃焼室中心部に案内する案内筒を設けており、この案内筒は前記燃焼室内に突出していることを特徴とする請求項1，2又は3記載のガスタービン用燃焼器。

8. (補正後) 燃焼室を形成する筒状の燃焼器ライナーと、この燃焼器ラ

10

15

20

25



- イナーの外周部側に隙間を介して設けた外筒と、前記燃焼器ライナーの  
一端に設けられ燃料と空気を前記燃焼室内に噴出する第1のバーナと、  
前記燃焼器ライナーの周壁に設けられ前記外筒との隙間から案内される  
燃焼用空気を前記燃焼室内に導入する空気導入孔と、この空気導入孔と  
5 対向する位置の前記外筒に設けられ前記空気導入孔から前記燃焼室内に  
燃料を直接噴射する第2のバーナとを備え、前記空気導入孔と第2のバ  
ーナを第1のバーナによる火炎の先端部に対応した位置に設置し、前記  
空気導入孔から前記燃焼室内に噴射させる空気の流速を前記空気導入孔  
の周囲の燃焼ガスの流速より速くして、前記空気導入孔から噴射した空  
10 気を前記燃焼室内で互いに衝突させて循環噴流を形成し、前記空気導入  
孔から前記燃焼室内に導入された空気と燃料を前記燃焼ガスと混合させ、  
前記燃料を緩慢に酸化反応させるように構成し、かつ、前記燃焼室内の  
反応領域の終端部近傍に、混合気の循環噴流を生じさせる第3のバーナ  
を設けたことを特徴とするガスタービン用燃焼器。
- 15 9. (補正後) 燃焼室を形成する筒状の燃焼器ライナーと、この燃焼器ラ  
イナーの外周部側に隙間を介して設けた外筒と、前記燃焼器ライナーの  
上流側に設けられ燃料と空気を前記燃焼室内に噴出して燃焼安定性を確  
保するパイロットバーナと、前記燃焼器ライナーの周壁に設けられ前記  
燃焼室内に燃料と空気を直接噴射する希薄混合気案内手段と、この  
20 前記希薄混合気案内手段から前記燃焼室内に噴射させる空気の流速を前  
記希薄混合気案内手段の周囲の燃焼ガスの流速より速くし、前記希薄混  
合気案内手段からの燃料と空気を前記パイロットバーナによる火炎の  
先端部に噴射させて希薄混合気の循環噴流を生じさせるように構成したこ  
とを特徴とするガスタービン用燃焼器。